

NADZEMNÍ BIOMASA, ŽIVINY A SPALNÉ TEPLA V MLADÉM SUKCESNÍM POROSTU PŘÍPRAVNÝCH DŘEVIN

ABOVEGROUND BIOMASS, NUTRIENTS AND COMBUSTION HEAT OF YOUNG SUCCESSIONAL FOREST STAND OF PIONEER SPECIES

ONDŘEJ ŠPULÁK ✉ - JIŘÍ SOUČEK - JAN LEUGNER

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, CZ - 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: spulak@vulhmop.cz

ABSTRACT

Presented study analyzes above-ground biomass production and chemical characteristics of young mixed birch (*Betula pendula* Roth) stand with aspen (*Populus tremula* L.) originating from natural regeneration on large clear-cut. Seven-year-old stand with mean density of 18,000 pcs/ha and mean height of 4.4 m produced 16–18 tons of dry aboveground biomass per hectare. Biomass production and share of dry material differed according to the dates of tree cutting and between species. Biomass of aspen contained more water in comparison to birch. Wood chips from July in both species had more K, Ca and Mg, in aspen however less P compared to chips from March. Higher biomass amount in July cutting caused higher sum of combustion heat of the birch stand, however chips from March were higher in mean combustion heat per gram. There were no significant differences between combustion heats of both cutting dates in aspen.

Klíčová slova: sukcese, bříza, osika, biomasa, živiny, spalné teplo

Key words: succession, birch, aspen, biomass production, nutrients, energy production

ÚVOD

Pionýrské dřeviny, přes jejich okrajovou dosavadní pozici mezi cílovými dřevinami lesního hospodářství, mají na území České republiky (ČR) nezanedbatelné zastoupení. Podle národní inventarizace lesů ČR (NIL) z let 2001–2004 je bříza (stromové druhy bříz – *Betula pendula* Roth a *Betula pubescens* Ehrh.) pátou a topol osika (*Populus tremula* L.) osmou nejčastěji se vyskytující dřevinou (ÚHŮL 2007). Zejména břízy se přirozeně vyskytují v širokém areálu klimatických a stanovištních podmínek, širší škála stanovišť je typická i pro další pionýrské listnáče (ÚRADNÍČEK et al. 2001).

V současné době roste poptávka po zdrojích energeticky využitelné biomasy pro lokální topeniště, ale i pro velké energetické celky – teplárny a elektrárny. Zvýšení produkce energetické biomasy také vyplývá z Národního lesnického programu II, který si v klíčové akci 4 klade za cíl propagovat a podporovat využívání lesní biomasy pro výrobu energií (KREJZAR 2008). Jednou z perspektivních možností se ukazuje využití přípravných dřevin s pionýrskou strategií růstu.

Poznatky o vývoji a produkci nadzemní biomasy mladých porostů přípravných dřevin vzniklých z přirozené obnovy na lesní půdě jsou omezené. Literární zdroje informují zejména o březových porostech rostoucích na bývalých zemědělsky obhospodařovaných půdách (např. JOHANSSON 1999; ŠPULÁK et al. 2010; URI et al. 2007, 2012; ZASADA

et al. 2014), plochách po těžbě rašeliny nebo o porostech vzniklých výsadbou, zejména z přípravných porostů omezené kvality v imisních oblastech (např. PODRÁZSKÝ, MORAVČÍK 1992; MORAVČÍK, PODRÁZSKÝ 1993; BALCAR et al. 2010). Produkční charakteristiky analyzovaných porostů se značně liší v závislosti na rozdílné hustotě, věku a produkčním potenciálu stanoviště (např. VARES et al. 2003; MARTINÍK, MAUER 2012; URI et al. 2012; ZASADA et al. 2014). Většina poznatků pochází ze severovýchodních zemí, odlišná druhová skladba, klimatické i stanovištní podmínky omezují srovnatelnost údajů s podmínkami střední Evropy.

V našich podmínkách tak dosud chybí dostatek údajů o produkčních možnostech porostů domácích pionýrských listnáčů (zejména břízy, osiky, olší, jeřábu) a jejich směsí. Analýza produkčního a energetického potenciálu obnovitelné biomasy porostů pionýrských dřevin může přispět k obhájení možnosti dočasného využití těchto porostů na kalamitních plochách, na kterých se často spontánně obnovují.

Výhodou využití přípravných dřevin je jejich schopnost rychle odrůstat na různých typech stanovišť včetně kalamitních ploch a tvořit porosty, které mohou v krátké době po obnově plnit produkční i mimoprodukční funkce. Objemový přírůst břízy může být nižší než u ostatních rychlerostoucích dřevin, relativně snadná přirozená obnova a omezené problémy s poškozením však zvyšují zájem o produkci biomasy v březových porostech (HYNYNEN et al. 2010).

Cílem této práce je zhodnotit produkci nadzemní biomasy mladých sukcesních porostů s dominancí břízy v podmínkách 4. lesního vegetačního stupně, akumulaci živin a spalného tepla v ní.

MATERIÁL A METODIKA

Šetření bylo realizováno na výzkumné ploše Nemojov, která leží v blízkosti Dvora Králové nad Labem v nadmořské výšce 460 m. Geologickým podkladem jsou permské pískovce, na nichž se vytváří luvická kambizem s odpovídající zásobou živin. Z přirozených společenstev zde dominuje *Fagetum illimerosum acidophilum* (4I), původní dospělý porost byl tvořen smrkem s příměsí borovice, dubu, břízy a osiky. Po vichřici Kyrill (leden 2007) zde vznikla holina s výměrou přesahující 6 ha. Dřevní hmota byla z holiny odstraněna a jednotlivé vývraty byly navraceny na původní místa. Část plochy byla uměle obnovena smrkem, bukem, jedlí a douglaskou, na části plochy se sleduje potenciál přirozené obnovy dřevin.

V části holiny ponechané samovolnému vývoji bylo v roce 2014 provedeno šetření stavu sukcesního porostu na výměře 0,25 ha formou sedmi inventarizačních transektů o šířce 2 m, průměrné délce 25 m (22–29 m, v závislosti na šířce porostu jednotného charakteru) a rozestupu 10 m. V transektech byla hodnocena četnost dřevin s výškou menší než 2 m, u dřevin vyšších byla měřena výčetní tloušťka, případně hodnoceno poškození.

V roce 2014 byla na této části lokality provedena těžba maximálně 7letého porostu. Na dílčích parcelách o velikosti cca 4 ary, ve dvou opakováních, bylo provedeno kompletní smýcení porostu ve třech termínech: v březnu, květnu a červenci.

Při zásazích v březnu a červenci byly analyzovány vzorníky břízy a osiky, u kterých byly sledovány základní dendrometrické charakteristiky (tloušťka kmene na patě a v prsní výšce, výška nasazení koruny, celková výška) a živá hmotnost (celkem cca 600 stromů). V obou termínech byla cca třetina vzorníků rozštěpkována, bříza a osika zvlášť. U vzorků štěpky břízy a osiky byla zjištěna sušina a obsah základních živin (10 vzorků břízy, 5 osiky) a analýza spalného tepla kalorimetrickou metodou. Princip této metody je úplné spálení vzorku v tlakové nádobě v 100% kyslíkové atmosféře. Pro stanovení spalného tepla byl použit isoperibolický spalný kalorimetr IKA C200 (IKA, SRN). Kalo-

rimetrická analýza každého vzorku štěpky byla provedena ve čtyřech opakováních.

Souhrnná data za porost byla vypočítána na základě stromových dat z inventarizačního měření v transektech. Zahrnutí byli jedinci vyšší než 2 m. Podle regresních vztahů získaných z analýz byla dopočtena živá hmotnost, sušina a obsahy živin jednotlivých stromů, spalné teplo porostu bylo přepočteno na základě celkové sušiny. Tak byl minimalizován vliv případných lokálních rozdílů v charakteru téženého porostu.

Podle charakteru dat byly varianty vzájemně porovnávány pomocí dvouvýběrového t-testu nebo neparametrického Wilcoxonova testu ve statistickém prostředí R (3.1.3, R CORE TEAM 2015). Rozdíly byly považovány za průkazné, jestliže $P < 0,05$.

VÝSLEDKY

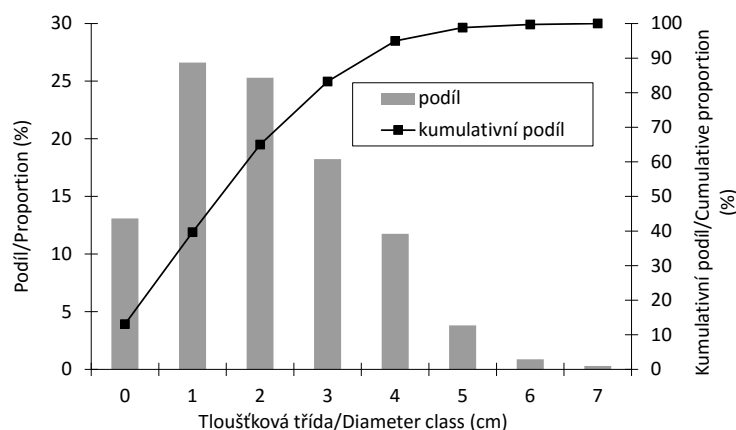
Stav porostu

Sedmiletý porost s převahou břízy měl průměrnou hustotu horního patra porostu 18,3 tis. jedinců na ha (směrodatná odchylka 5,5 tis. ks.ha⁻¹), maximální hustota v jednotlivých inventarizačních transektech přesahovala 27 tis. ks na ha. Na ploše dominovala bříza (75 % počtu) s příměsí osiky (16 %), další dřeviny (smrk, borovice, modřín, dub) se vyskytovaly jednotlivě v podúrovni. Vzhledem k výraznému zastoupení slabých jedinců (obr. 1) dosahovala průměrná tloušťka porostu 1,9 cm, výčetní kruhová základna 7,2 m² na ha. Průměrná výška se pohybovala okolo 4,4 m, horní výška porostu přesahovala 7,0 m (obr. 2). Výška nasazení živé koruny reagovala na konkrétní postavení jedince v porostu, mezi výškou nasazení koruny a tloušťkou kmene nebyl zjištěn průkazný vztah.

V podrostu (pod registrační hranici 2 m výšky) o průměrné hustotě 4,7 tis. jedinců na ha (směrodatná odchylka 2,0 tis. ks.ha⁻¹) dominovala bříza (53 %) a smrk (34 %), vyšší zastoupení měla i borovice (10 %).

Živá hmotnost a sušina porostu

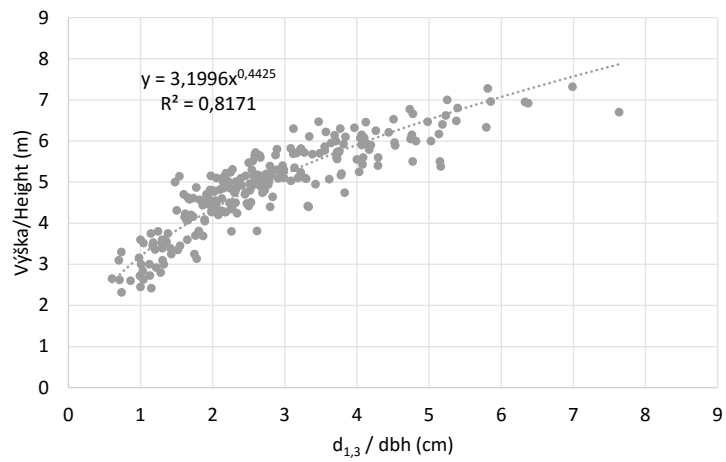
Vztah mezi dendrometrickými veličinami (tloušťka, výška) a nadzemní sušinou biomasy bříz byl v obou termínech odběrů těsný, letní odběr vykazoval vyšší variabilitu u bříz středních a silnějších dimenzí (obr. 3). Sušina štěpky břízy z březnového odběru dosahovala průměr-



Obr. 1.

Rozložení tlouštěk břízy sukcesního porostu na lokalitě Nemojov; tloušťková třída 0 zahrnuje jedince s výškou pod registrační hranici 2 m

Diameter distribution of the birch in successional forest stand on the Nemojov locality; diameter class 0 covers trees with height lower than 2 m

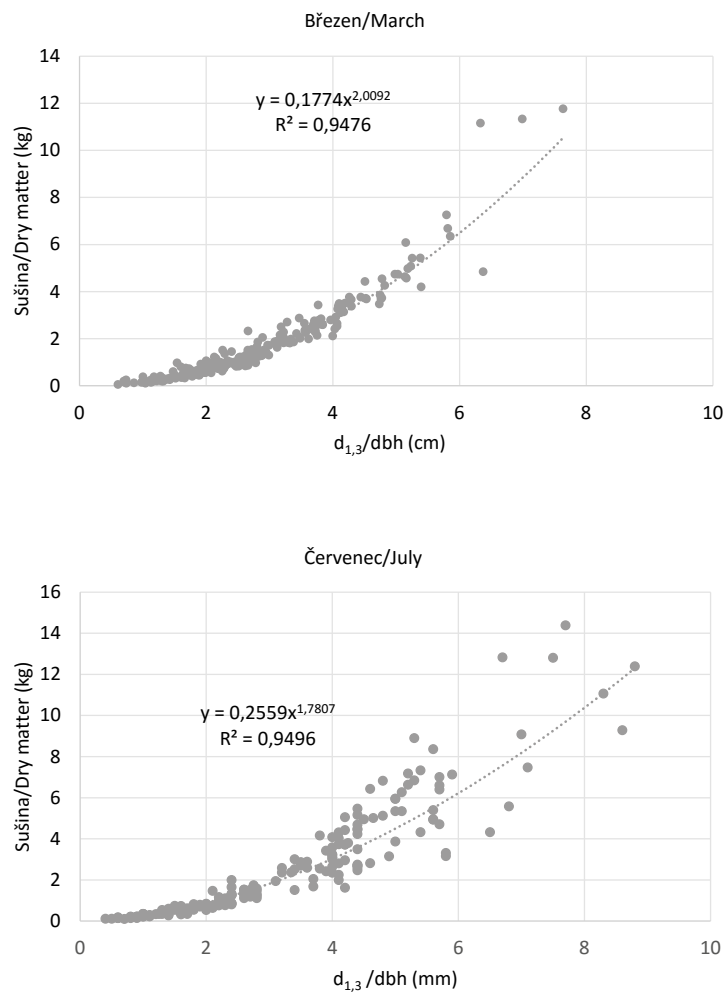


Obr. 2.

Regresní křivka mezi tloušťkou a výškou dřevin analyzovaného porostu břízy na lokalitě Nemojov

Fig. 2.

Regression curve of diameter and height of trees of the analyzed birch stand on the Nemojov locality



Obr. 3.

Vztah mezi tloušťkou a nadzemní sušinou vzorníků břízy při březnovém a červencovém odběru

Fig. 3.

Relation of diameter and dry mass of sample birch trees in March and July

ně 51,0 % živé hmotnosti, u odběru z července to bylo 57,8 %. Štěpka z osiky obsahovala průměrně více vody, sušina z březnového odběru tvořila 44,5 % a z červencového 57,2 % živé hmotnosti. V březnu tedy těžný porost břízy dosahoval průměrně 30,6 tun živé hmoty, tzn. 15,6 tun sušiny na ha, v červenci to bylo 31,9 tun živé hmoty a 18,4 tun sušiny na ha.

Zastoupení živin a spalné teplo štěpky

Štěpka břízy z červencového odběru byla v porovnání s březnovým vysoce průkazně bohatší na K, Ca a Mg. Průkazně vyšší zastoupení těchto prvků u červencové štěpky bylo potvrzeno i u osiky. Ta naproti tomu obsahovala v porovnání s březnovým termínem relativně méně P (tab. 1). Při vzájemném porovnání zastoupení živin ve štěpce obou dřevin bylo u břízy v obou termínech zjištěno nižší zastoupení K, Ca a Mg. Naproti tomu u červencového odběru vykazovala štěpka břízy v porovnání s osikovou štěpkou vyšší zastoupení P. Při přepočtu na celkovou sušinu odebrané nadzemní biomasy břízy bylo při červencovém termínu odebráno průkazně více Ca a Mg; pravděpodobnost vyšší zásoby P a K v červencové biomase byla také zvýšená (p = 0,067 a 0,055; tab. 1).

Spalné teplo vzorků štěpky břízy dosahovalo průkazně vyšších hodnot u materiálu z březnového odběru než z odběru červencového (17,0 kJ.g⁻¹ oproti 15,5 kJ.g⁻¹, tab. 2). Vzorky z červencového odběru měly větší variabilitu naměřeného spalného tepla jednotlivých vzorků v rámci opakování (o cca 0,1 kJ.g⁻¹). U štěpky osiky nebyl zjištěn prů-

kazný rozdíl mezi spalným teplem materiálu z obou odběrů. Hodnoty byly v obou termínech neprůkazně nižší než u porovnávané břízy, a pohybovaly se okolo 15,1 kJ.g⁻¹ (tab. 2).

Při uvážení celkové sušiny odebrané nadzemní biomasy analyzovaný porost představuje spalné teplo 264,6 GJ při březnovém a 285,1 GJ při červencovém odběru na ha.

Tab. 2.

Spalné teplo (kJ.g⁻¹) vzorků štěpky břízy a osiky z březnové a červencové těžby

Combustion heat (kJ.g⁻¹) of the birch and aspen chips from March and July

Dřevina/Species	Termín/Month				p
	Březen/March		Červenec/July		
	Ø	Sx	Ø	Sx	
Bříza/Birch	16,97	1,07	15,47	1,18	0,011
Osika/Aspen	15,07	1,26	15,17	1,20	0,917
p	0,070		0,691		

p – pravděpodobnost statistických rozdílů spalného tepla mezi dřevinami v rámci termínu těžby (vpravo) a mezi termíny těžby v rámci dřeviny (dole); t-test

p – probability of statistical differences of combustion heat between species in the month of harvest (right) and between harvest months in species (bottom); t-test

Tab. 1.

Zastoupení prvků (průměr – Ø a směrodatná odchylka – Sx; %) ve štěpce břízy a osiky z březnové a červencové těžby a zásoba živin v nadzemní biomase analyzovaného porostu břízy (kg.ha⁻¹)

Proportion of nutrients (mean – Ø and standard deviation – Sx; %) in the birch and aspen chips harvested in March and July, and the total nutrient reserve in aboveground biomass of analyzed birch-dominated stand (kg.ha⁻¹)

Prvek/Nutrient	Dřevina/Species	Bříza/Birch (%)		Osika/Aspen (%)		p	Porost/Analyzed stand (kg.ha ⁻¹)	
	Termín/Month	Ø	Sx	Ø	Sx		Ø	Sx
N	březen/March	0,53	0,04	0,49	0,06	0,252	82.9	33.2
	červenec/July	0,53	0,08	0,45	0,04	0,096	98.0	39.2
	p	0,849		0,461			0.485	
P	březen/March	0,019	0,006	0,021	0,003	0,832	3.0	1.2
	červenec/July	0,027	0,010	0,012	0,006	0,035	4.9	2.0
	p	0,226		0,037			0.067	
K	březen/March	0,14	0,01	0,26	0,02	0,005	22.0	8.8
	červenec/July	0,20	0,03	0,33	0,03	0,002	36.9	14.7
	p	<0,001		0,016			0.055	
Ca	březen/March	0,15	0,01	0,21	0,04	0,011	23.3	9.3
	červenec/July	0,24	0,04	0,33	0,02	0,003	43.5	17.4
	p	0,001		0,019			0.027	
Mg	březen/March	0,034	0,003	0,062	0,009	0,006	5.2	2.1
	červenec/July	0,053	0,006	0,078	0,005	0,001	9.7	3.9
	p	<0,001		0,049			0.029	

p – pravděpodobnost statistických rozdílů obsahu prvku mezi dřevinami v rámci termínu těžby (sloupec, vpravo) a mezi termíny těžby v rámci dřeviny (řádky); Wilcoxonův test pro zastoupení živin, t-test pro zásobu

p – probability of statistical differences of nutrient proportion between species in the month of harvest (column, right) and between harvest months in species (rows); Wilcoxon test for nutrient proportions, t-test for nutrient reserves

DISKUSE

Značné rozpětí hodnot nadzemní biomasy v březových porostech rostoucích na bývalých zemědělsky obhospodařovaných půdách popisují např. JOHANSSON (1999) (9–101 tun sušiny na ha) nebo ZASADA et al. (2014) (0,6–51 tun/ha), variabilitu produkce nadzemní biomasy ovlivnila zejména rozdílná hustota porostu a stanovištní podmínky. Výrazně nižší kolísání hodnot nadzemní biomasy ve srovnatelném porostu (6–23 tun/ha) zjistili URI et al. (2007). HYTÖNEN et al. (1995) zjistili v 6letých porostech srovnatelné hustoty vzniklých výsadbou produkci 3–17 tun/ha. Porovnání literárních dat s našimi údaji naznačuje odpovídající produkci přípravného porostu na sledované lokalitě. Bříza vykazuje mimořádný potenciál přirozené obnovy a následného růstu v mládí (BOSE et al. 2014), v porostních směsích pak zároveň zvyšuje biodiverzitu i celkový produkční potenciál (HYNYNEN et al. 2010).

Vyšší procentické zastoupení bází (K, Ca, Mg) v letní biomase, zjištěné v naší studii, částečně souvisí s podílem listů (10 % podílů z celkové sušiny biomasy u břízy, 17 % u osiky). Proto se dá předpokládat, že zastoupení živin ovlivnila i celková aktivace mízy v nadzemní části stromu.

Zjištěná kalorimetrická hodnota spalného tepla břízy je cca o 2 kJ.kg⁻¹ nižší, než uvádí JAMNICKÁ et al. (2014) u více jak 20letých produkčních klonů topolů (Robusta, I-214). Spalné teplo porostu pak přibližně odpovídá v uvedeném studii modelovanému 7letému porostu hybridních topolů na bonitě 20 (tzn. střední výška 20 m ve 30 letech) – autoři v grafu uvádějí okolo 240 GJ.ha⁻¹, pro 8letý porost pak 340 GJ.ha⁻¹. První obmýtí výmladkových plantáží rychlerostoucích dřevin pěstovaných ve velmi krátkém obmýtí mávají nejvyšší výnos (BENETKA et al. 2014), vyšší výnos v následujících obmýtích se díky zrnění výhonů z pařezové výmladnosti dá předpokládat i u břízy a osiky. Z hlediska akumulované energie pro energetické využití biomasy se v našem pokusu jeví jako výhodnější červený odběr, při kterém bylo zjištěno o 12 % více spalného tepla na jednotku plochy, a to jak díky přírůstu biomasy, tak podílu listů. Vyšší zastoupení živin v biomase odebrané v červenci by však bylo vhodné individuálně posoudit z hlediska dopadů odebrání biomasy na nutriční vývoj stanoviště.

ZÁVĚR

Sukcesní porost s dominancí břízy na lokalitě Nemojov dosáhl ve věku 7 let průměrné hustoty více než 18 tis. jedinců na ha, střední tloušťky 1,9 cm a výšky okolo 4,4 m. Biomasa břízy i osiky vykazovala v březnovém termínu oproti červencovému vyšší obsah vody a nižší zastoupení K, Ca a Mg, u osiky také vyšší zastoupení P. Z hlediska celkových hodnot spalného tepla na plochu se jeví jako výhodnější červený odběr biomasy, způsobený jak rozvojem asimilačního aparátu (listů), tak i přírůstem za období března – července. Celková zásoba P, K, Ca a Mg v letní biomase porostu břízy byla vyšší, u Ca a Mg průkazně, dopad jejího odběru na živinovou bilanci stanoviště by měl být předmětem samostatného posouzení. Porosty s dostatečnou hustotou jedinců stromového patra mohou při minimálních nákladech na obnovu sloužit jako porosty přípravné, zároveň mít svůj význam jako zdroj biomasy a napomoci rozčlenění rozsáhlých stejnověkých porostů vzniklých na kalamitní holině.

Poděkování:

Příspěvek vznikl díky podpoře výzkumného projektu KUS QJ1230330 „Stabilizace lesních ekosystémů vyváženým poměrem přirozené a umělé obnovy lesa“.

LITERATURA

- BALCAR V., ŠPULÁK O., KACÁLEK D. 2010. Tvorba druhové skladby horských lesů na lokalitách extrémně zatížených klimatickými stresy. Zprávy lesnického výzkumu, 55: 241–250.
- BENETKA V., NOVOTNÁ K., ŠTOCHLOVÁ P. 2014. Biomass production of *Populus nigra* L. clones grown in short rotation coppice systems in three different environments over four rotations. iForest – Biogeosciences and Forestry, 7: 233–239. DOI: 10.3832/ifer1162-007
- BOSE A.K., SCHELHAAS M.-J., MAZEROLLE M.J., BONGERS F. 2014. Temperate forest development during secondary succession: effects of soil, dominant species and management. European Journal of Forest Research, 133: 511–523.
- HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHÄRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S., VELLING P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry, 83 (1): 103–119.
- HYTÖNEN J., SAARSALMI A., ROSSI P. 1995. Biomass production and nutrient uptake of short-rotation plantations. Silva Fennica, 29 (2): 117–139.
- JAMNICKÁ G., PETRÁŠOVÁ V., PETRÁŠ R., MECKO J., OSZLÁNYI J. 2014. Energy production of poplar clones and their energy use efficiency. iForest – Biogeosciences and Forestry, 7: 150–155. DOI: 10.3832/ifer0978-007
- JOHANSSON T. 1999. Biomass equations for determining fractions of pendula and pubescens birches growing on abandoned farmland and some practical implications. Biomass and Bioenergy, 16: 223–238. DOI: 10.1016/S0961-9534(98)00075-0
- KREJZAR T. (ed.) 2008. Národní lesnický program II na období do roku 2013. Praha, ÚHÚL: 20 s.
- MARTINÍK A., MAUER O. 2012. Snow damage to birch stands in Northern Moravia. Journal of Forest Science, 58 (4): 181–192.
- MORAVČÍK P., PODRÁZSKÝ V. 1993. Akumulace biomasy v porostech břízy a smrku pichlavého a jejich vlivu na půdu. Zprávy lesnického výzkumu, 39 (2): 4–9.
- PODRÁZSKÝ V., MORAVČÍK P. 1992. Akumulace biomasy a živin v jeřábových porostech na lokalitě pomezí boudy v Krkonoších. Opera Corcontica, 29: 123–137.
- R CORE TEAM. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Dostupné na/Available on: <http://www.R-project.org/>.
- ŠPULÁK O., SOUČEK J., BARTOŠ J., KACÁLEK D. 2010. Potenciál mladých porostů s dominancí břízy vzniklých sukcesí na neobhospodařované orné půdě. Zprávy lesnického výzkumu, 55 (3): 165–170.
- ÚHÚL. 2007. Národní inventarizace lesů v České republice 2001–2004. Úvod, metody, výsledky. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 222 s.
- ÚRADNÍČEK L. et al. 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická: 333 s.
- URI V., VARES A., TULLUS H., KANAL A. 2007. Above-ground biomass production and nutrient accumulation in young stands of silver birch on abandoned agricultural land. Biomass and Bioenergy, 31: 195–204. DOI: 10.1016/j.biombioe.2006.08.003
- URI V., VARIK M., AOSAAR J., KANAL A., KUKUMÄGI M., LÖHMUS K. 2012. Biomass production and carbon sequestration in a fertile silver birch (*Betula pendula* Roth) forest chronosequence. Forest Ecology and Management, 267: 117–126. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.11.033

- VARES A., URI V., TULLUS H., KANAL A. 2003. Height growth of four fast-growing deciduous tree species on former agricultural lands in Estonia. *Baltic Forestry*, 9 (1): 2–8.
- ZASADA M. et al. 2014. Biomass dynamics in young silver birch stands on post-agricultural lands in central Poland. *Drewno*, 57 (192): 29–40.

ABOVEGROUND BIOMASS, NUTRIENTS AND COMBUSTION HEAT OF YOUNG SUCCESSIONAL FOREST STAND OF PIONEER SPECIES

SUMMARY

Demand on renewable energy coming from biomass production is increasing nowadays. The use of pioneer species dominated by birch seems to be a rapid and cheap method of forest regeneration of large clear-cut areas, if natural regeneration is successful. However, there is a lack of scientific data for prediction of biomass production and energy potential of such stands.

The study aims to evaluate aboveground biomass production of the young birch dominated stand. Accumulation of nutrients in the biomass and the potential of its application for energy production in very short rotation were also analysed.

The data were taken at the Nemojov research plot (460 m a.s.l.). The site in the beech forest vegetation zone was classified as *Fagetum illimerosum acidophilum* (4I), spruce dominated stand with admixture of pine, oak, birch and aspen grew in previous parent stand. Clear-cut area of 6 ha originated in hurricane Kyrill (January 2007). Part of the locality was left for natural regeneration and the maximum age of the new stand was 7 years in 2014.

The successional forest stand was analyzed in inventory transects. The analyzed parameters were: number of trees in height classes for trees up to 2 m in height, and dbh and damage for higher trees. In 2014, parts of the stand were felled in different months (March, May and July). Sample trees of birch and aspen were taken in March and July (about 600 trees in total), basic mensurational variables (base diameter, diameter in breast height - dbh, height of living crown and total height) were measured. In both months, one third of the trees were chipped. Samples of birch and aspen wood chips were analyzed for dry biomass, nutrients and heat combustion, separately for each species.

Seven-year-old stand had mean density of 18,000 pcs/ha and mean height of 4.4 m (top height about 7 m) (Fig. 1 and 2). Narrow relation between dbh, height and aboveground biomass of birch was found in both months (Fig. 2 and 3). In birch, average dry matter was 51.0% of fresh weight in March and 57.8% in July. Biomass of aspen contained more water in all parts in comparison to birch, average dry matter was 44.5% in March and 57.2% in July. Analyzed stand produced on average 15.6 tons of dry matter in March felling, and 18.4 tons in July felling per ha.

In both species wood chips from July were significantly higher in K, Ca and Mg contents, aspen chips however contained less P comparing to chips from March (Tab. 1). When total reserve of nutrients in aboveground biomass of analysed birch-dominated stand is considered, July felling removed significantly more Ca and Mg (Tab. 1).

Higher biomass amount in July cutting influenced sum of combustion heat of the analyzed stand, which was 285.1 GJ per ha in comparison to 264.6 GJ per ha in March. Birch chips from March were higher in mean combustion heat per gram (Tab. 2). There were no significant differences between combustion heats of both cutting dates in aspen.

Presented study confirms that in the conditions of beech forest vegetation zone birch dominated successional stands can form valuable stands with minimal regeneration costs. They can be utilized as primary stands for introduction of target species, segmentation and differentiation of stands originating in large clear-cut areas as well as for biomass production.

Zasláno/Received: 21.12. 2015

Přijato do tisku/Accepted: 09.03. 2016